

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Junichi KATO, et al.

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: October 22, 2003

Examiner: TBA

For: WIRE ELECTRIC DISCHARGE MACHINE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicants submit herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2002-310024

Filed: October 24, 2002

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 10/22/03

By: 

John C. Garvey
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 4 日
Date of Application:

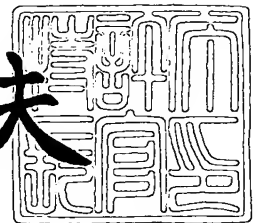
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 0 0 2 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 1 0 0 2 4]

出 願 人 ファナック株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 6 5 7 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 21522P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B23H 7/18

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 加藤 淳一

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 宮嶋 敬一郎

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 荒川 靖雄

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 緒方 俊幸

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ワイヤ放電加工機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ワイヤ放電加工機において、ワイヤ電極の放電消耗により生じる真直度誤差を補正する真直度誤差補正量を記憶する手段と、該真直度誤差補正量から、ワークに平行な第1の面上の移動経路に対するワイヤのオフセット方向の第1の補正量を求め、該第1の補正量に、ワイヤ半径と放電ギャップによるオフセット量を加味した第1の修正オフセット量により、前記ワークに平行な第1の面上の移動経路を修正し、前記真直度誤差補正量から前記ワークに平行な第1の面と異なるワークに平行な第2の面上の移動経路に対するオフセット方向の第2の補正量を求め、該第2の補正量に、ワイヤ半径と放電ギャップによるオフセット量を加味した第2の修正オフセット量により、前記ワークに平行な第2の面上の移動経路を修正して、上ワイヤガイド及び下ワイヤガイドのワークに対する移動経路を求める手段とを備えることを特徴とするワイヤ放電加工機。

【請求項 2】 ワイヤ放電加工機において、ワイヤ電極の放電消耗により生じる真直度誤差を補正する真直度誤差補正量を記憶する手段と、該真直度誤差補正量から、ワークに平行な第1の面上の移動経路に対するワイヤのオフセット方向の第1の補正量を求め、該第1の補正量に、ワイヤ半径と放電ギャップによるオフセット量を加味した第1の修正オフセット量により、前記ワークに平行な第1の面上の移動経路を修正し、前記真直度誤差補正量から前記ワークに平行な第1の面と異なるワークに平行な第2の面上の移動経路に対するワイヤのオフセット方向の第2の補正量を求め、該第2の補正量に、ワイヤ半径と放電ギャップによるオフセット量と、テーパ加工におけるテーパ角度に基づくテーパオフセット量とを加味した第2の修正オフセット量により、前記ワークに平行な第2の面上の移動経路を修正し、テーパ加工における上ワイヤガイド、下ワイヤガイドのワークに対する移動経路を求める手段とを備えることを特徴とするワイヤ放電加工機。

【請求項 3】 前記ワークに平行な第1の面と、前記ワークに平行な第2の面における加工形状に、各々異なる修正オフセット量を適用することにより、前記ワークに平行な第1の面での加工形状、及び前記ワークに平行な第2の面での加工

形状に各々異なる補正を行うことを特徴とする、上ワイヤガイド、下ワイヤガイドのワークに対する移動経路を求める手段とを備える、前記請求項 1 又は請求項 2 に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 4】 前記ワイヤ電極の放電消耗により生じる真直度誤差を補正する真直度誤差補正量は、角度の値であることを特徴とする、請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 5】 前記ワイヤ電極の放電消耗により生じる真直度誤差を補正する真直度誤差補正量は、角度の正接の値であることを特徴とする、請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 6】 前記真直度誤差補正量は、ワイヤ電極の種類、加工条件に応じて予め求めておきデータベースとしてワイヤ放電加工機の制御装置に記憶されておき、加工のために入力されたワイヤ電極の種類、加工条件に応じて前記データベースより求める請求項 1 乃至 5 の内いずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワイヤ放電加工機の制御に関し、特にワイヤ電極の放電による消耗を補正するワイヤ放電加工機に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

ワイヤ放電加工機は、被加工物のワークとワイヤ電極との間に電圧を印加して放電を発生させ、この放電現象によりワークを任意の形状に加工するものである。ワイヤ電極はある張力をもって上下に引っ張られながら、一定の速度で上から下、あるいは下から上方向に送られる、ワークとワイヤが対向する位置で放電を発生させて、ワークの一部を除去して加工を行うものである。この間、ワイヤ電極もワークとの放電により消耗する。

【0 0 0 3】

例えば、ワイヤ電極が上から下へ送られているとき、ワイヤ電極の消耗の度合

いはワイヤ電極の上から下に進むに従い大きくなる。その結果、ワイヤ電極は下に進むにつれて細くなりその径が小さくなる。一方、ワイヤ中心と加工しようとする形状のプログラム経路からのオフセット量（ワイヤの半径にワイヤ電極とワーク間のギャップ量を加算した値）は一定のため、ワイヤ電極が細くなった分、ワーク下側に行くにつれてギャップ量が増大し加工不足となり、加工溝幅や、加工量が小さくなる。その結果、図7に示すようにワイヤ電極2が細くなった分、ワーク1の下側の幅寸が大きくなる等の、加工されたワーク形状の真直度が損なわれる。パンチ形状の加工では図8（a）に示すように、例えば円柱上に加工されるべきものが、円錐台形状に加工されることになる。又、図8（b）に示すようなダイ形状の加工するときには、ワイヤ走行の下流側の径が小さくなった穴が形成されることになる。

しかしながら、従来のワイヤ放電加工機においては、このワイヤ電極の消耗により加工形状が変わる点に対する対策については、考慮されたものはない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このワイヤ電極の消耗により生じる形状誤差をなくすようにしたワイヤ放電加工機を提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係わる発明は、ワイヤ電極の放電消耗により生じる真直度誤差を補正する真直度誤差補正量を記憶する手段と、該真直度誤差補正量から、「ワークに平行なある面」の移動経路に対するオフセット方向の補正量を求め、その補正量に、ワイヤ半径と放電ギャップによるオフセット量を加味した修正オフセット量により、前記「ワークに平行なある面」の移動経路を修正する手段と、同じく該真直度誤差補正量から前記「ワークに平行なある面」と異なる「もう一方の面」の移動経路に対するオフセット方向の補正量を求め、その補正量に、ワイヤ半径と放電ギャップによるオフセット量を加味した修正オフセット量により、前記「もう一方の面」の移動経路を修正する手段と、上ワイヤガイド、下ワイヤガイドのワークに対する移動経路を求める手段とを備える。

【 0 0 0 6 】

請求項 2 に係わる発明は、ワイヤ電極の放電消耗により生じる真直度誤差を補正する真直度誤差補正量を記憶する手段と、該真直度誤差補正量から、「ワークに平行なある面」の移動経路に対するオフセット方向の補正量を求め、その補正量に、ワイヤ半径と放電ギャップによるオフセット量を加味した修正オフセット量により、前記「ワークに平行なある面」の移動経路を修正する手段と、同じく該真直度誤差補正量から前記「ワークに平行なある面」と異なる「もう一方の面」の移動経路に対するオフセット方向の補正量を求め、その補正量に、ワイヤ半径と放電ギャップによるオフセット量を加味し、さらにテーパ加工におけるテーパ角度の偏移であるテーパオフセット量をも加味した修正オフセット量により、前記「もう一方の面」の移動経路を修正する手段と、上ワイヤガイド、下ワイヤガイドのワークに対する移動経路を求める手段とを備える。

【 0 0 0 7 】

請求項 3 に係わる発明は、加工するワークの「ワークに平行なある面」と、前記「ワークに平行なある面」と異なる「もう一方の面」における加工形状に、各々異なる修正オフセット量を適用し、前記「ワークに平行なある面」の加工形状、及び前記「もう一方の面」の加工形状に各々異なる補正を行う手段を備える。

【 0 0 0 8 】

請求項 4 に係わる発明は、請求項 1、2 のワイヤ電極の放電消耗により生じる真直度誤差を補正する真直度誤差補正量を、角度の値で制御装置に記憶する手段を備える。

【 0 0 0 9 】

請求項 5 に係わる発明は、請求項 1、2 のワイヤ電極の放電消耗により生じる真直度誤差を補正する真直度誤差補正量を、角度の正接の値で制御装置に記憶する手段を備える。

【 0 0 1 0 】

又、請求項 6 に係わる発明は、前記補正量を、ワイヤ電極の種類、加工条件に応じて予め求めておきデータベースとしてワイヤ放電加工機の制御装置に記憶させておき、加工のために入力されたワイヤ電極の種類、加工条件に応じて前記デ

ータベースより求めるようにした。

【0 0 1 1】

【発明の実施の形態】

ある材質のワーク（被加工物）を加工するとき、ワイヤ電極の消耗による真直度の誤差は、使用するワイヤ電極の種類、加工条件（ワイヤ電極の張力、ワイヤ電極の送り速度、ワイヤ電極とワーク間に印加する電圧、加工水量、加工速度など）とワーク板厚により一意的に決まる。そこで、本発明は、真直度の誤差をあらかじめ測定しておき、加工する際には、この真直度の誤差から得られる補正角度を用いてプログラムで指令された移動経路を補正することによって、ワイヤ電極の放電による消耗による形状誤差をなくすようにする。

【0 0 1 2】

図 1 は、本発明のワイヤ電極の消耗による真直度の誤差補正の原理説明図である。

真直度の誤差補正のためにワイヤ電極を傾けるための基準面なるワーク下面からの高さを h ($0 \leq h \leq$ ワークの厚さ H_0) とし、ワーク 1 に対して加工プログラムで形状を指定したワークの高さである「プログラム面の位置」を示すワーク載置台 3 からの距離を WP 、該プログラム面位置からワーク上面までの距離を WP_2 、ワーク載置台 3 上面からワーク下面までの高さを h_1 （これは、サブテーブル等を使用して、ワークをワーク載置台 3 からかさ上げして加工を行う場合を考慮したものである）とし、予め求められているワイヤ電極の消耗による真直度の誤差から求めた補正角度を ϕ （図 8（a）、（b）参照）とすると、プログラム面の補正量 d_1' 、上面（プログラム面と異なるもう一方の面）の補正量 d_2' は次の 1 式、2 式を演算することによって求められる。

【0 0 1 3】

$$d_1' = \{ (h + h_1) - WP \} \tan \phi \quad \cdots (1)$$

$$d_2' = \{ (WP + WP_2) - (h + h_1) \} \tan \phi \quad \cdots (2)$$

プログラムで指令された加工形状に対してオフセット方向に上記補正量 d_1' 補正すれば、プログラム面の補正された加工形状が得られ、上記補正量 d_2' を補正すれば、補正されたワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）の加

工形状が得られる。

【0014】

さらに、加工プログラムで指令された加工形状はワイヤ電極2の中心が通る経路である。一方、ワイヤ電極には太さ（径）があり、また放電ギャップが存在するため、このまま加工を行った場合には希望した加工形状を得ることはできない。そのため、ワイヤ電極中心の移動を、最終的に製品とする側から離れる方向にプログラムした経路から右、または左側にオフセットして加工形状を補正する。すなわち、ワイヤ電極の半径に放電ギャップ量を加算した量をオフセット量としてプログラムされた加工形状の経路から右、または左側にオフセット（以下、このオフセットをワイヤ径オフセットという）させた経路を求めるオフセット補正を行う。

【0015】

従来、このワイヤ径オフセットのオフセット量はワークの板厚方向に常に一定にしていた。つまり、あるオフセット量で加工を行う場合、ワーク下面（プログラム面）におけるオフセット後の経路の計算に使用したオフセット量を、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）における経路の計算においても適用していた。本発明では、上述したワイヤ電極の消耗による真直度の誤差補正をも考慮して、その各々の面に対して異なるオフセット量を適用して、プログラム面における経路と、プログラム面と異なるもう一方の面における経路を独立して計算する。

【0016】

設定されたワイヤ径オフセットのオフセット量（ワイヤ電極の半径に放電ギャップ量を加算した量）を d_0 とすると、このオフセット量 d_0 にプログラム面に対する補正量 d_1' を加算または減算し、また、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）における補正量 d_2' をオフセット量 d_0 に加算または減算して各々の面独立にワイヤ電極の消耗による真直度の誤差をも考慮したオフセット後の経路を求める。

【0017】

図1においてワイヤ電極2が上から下へと送られているものとするとき、放電

によるワイヤ電極の消耗により、ワーク 1 の下側に行くにしたがってワイヤ電極は細くなる。そのため、加工されたワーク 1 はパンチ形状では図 8 (a) のように、又ダイ形状の加工では図 8 (b) に示すように下広がりとなり下方の形状が加工不足となる。

【0018】

そこで、通常のワイヤ径オフセット補正にワイヤ電極 2 の消耗による誤差補正を付加し、下広がり傾向を無くす方向に補正する。プログラム面におけるワイヤ電極の消耗による真直度の誤差をも考慮したオフセット量（以下修正オフセット量という） d_1 はワイヤ径オフセット量 d_0 から上記補正量 d_1' を減じたものとなる。又、図 1 に示すようにワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）における補正量 d_2' はプログラム面の補正量 d_1' と逆方向であるから、修正オフセット量 d_2 は、ワイヤ径オフセット量 d_0 にこの補正量 d_2' を加算したものとなる。

【0019】

$$d_1 = d_0 - |d_1'| \quad \dots (3)$$

$$d_2 = d_0 + |d_2'| \quad \dots (4)$$

又、ワイヤ電極が図 1 において、下から上に走行する場合には、逆の関係となることから、修正オフセット量 d_1 、 d_2 は次の 5 式、6 式のものとなる。

【0020】

$$d_1 = d_0 + |d_1'| \quad \dots (5)$$

$$d_2 = d_0 - |d_2'| \quad \dots (6)$$

基準面の高さ h をワークの高さ「 H_0 」とした場合、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）の補正量 d_2' は 2 式より「0」である。すなわち、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）側の修正オフセット量 $d_2 = d_0$ となり、通常のワイヤ径オフセットの補正のみでよい。そしてプログラム面の修正オフセット量 $d_1 = d_0 - \{(H_0 + h_1) - WP\} \tan \phi$ だけ補正すればよく図 2 のようになる。

【0021】

又、基準面の高さ h を「0」とし、プログラム面をワーク下面（ $h_1 = WP$ ）

とすると、プログラム面の補正量 d_1' は、1式より「0」であり、上面（プログラム面と異なるもう一方の面）の補正量 d_2' は2式より、 $h_1 = WP$ 、 $WP_2 = H_0$ であるから、 $d_2' = WP_2 \tan \phi = H_0 \tan \phi$ として求められる。ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）側の修正オフセット量 $d_2 = d_0 + WP_2 \tan \phi = d_0 + H_0 \tan \phi$ となり、そしてプログラム面（ワーク下面）の修正オフセット量 $d_1 = d_0$ で通常のワイヤ径補正のみでよく、図3のようになる。

【0022】

さらに、ワイヤ電極2は、上下ワイヤガイド4, 5により支持されているが、通常、図4に示すように、上ワイヤガイド4はワーク上面よりもさらに上の位置に、下ワイヤガイド5はワーク載置台3の載置面よりもさらに下の位置に設置されている。そして下ワイヤガイド5が、ワーク及びワーク載置台3を固定しているテーブルと相対的に移動することによってプログラム面におけるオフセット量を適用した経路を移動し加工を行う。また、上ワイヤガイド4は、下ワイヤガイド5と相対的に移動することによって、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）におけるオフセット量を適用した経路を移動し加工を行う。下ワイヤガイド5には、該下ワイヤガイド5を直交するX軸、Y軸方向に駆動させるためのサーボモータが接続されている(XY座標)。これは下ワイヤガイド5とテーブルを相対的に移動させるためのものであるので、下ワイヤガイド5を固定しテーブル側にモータを接続するワイヤ放電加工機もある。しかし、これは相対的なものであるから、どのタイプであってもよい。

【0023】

また、上ワイヤガイド4を、XY座標と同様に直交するU軸、V軸方向に駆動するためのサーボモータが接続されている。

ここで、プログラム面での修正オフセット量 d_1 、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）での修正オフセット量 d_2 をオフセット方向に補正したときの、下ワイヤガイド5の、プログラム形状からの補正量 d_{lo} および、下ワイヤガイド5からの、上ワイヤガイド4の補正量 d_{up} は以下になる。

【0024】

【数 1】

$$d_{lo} = \left\{ \frac{(h+hl+Hl)-d0/\tan\phi}{(WP+Hl)-(h+hl+Hl)-d0/\tan\phi} \right\} \cdot dl = \frac{h+hl+Hl-d0/\tan\phi}{WP-h-hl+d0/\tan\phi} dl \quad \dots (7)$$

【0025】

【数 2】

$$d_{up} = \frac{Ha}{(WP+WP2+Hl)-\{(h+hl+Hl)-d0/\tan\phi\}} \cdot d2 = \frac{Ha}{WP+WP2-h-hl+d0/\tan\phi} \cdot d2 \quad \dots (8)$$

【0026】

なお、H1：ワーク載置台3上面と下ワイヤガイド5間の距離

Ha：下ワイヤガイド5と上ワイヤガイド4間の距離である。

【0027】

ワイヤ電極が上から下に走行する場合には、上記d1, d2に3, 4式の右边を代入し、ワイヤ電極が下から上に走行する場合には、上記d1, d2に5, 6式の右边を代入して補正量d_{lo}、d_{up}を求めることができる。例えば、ワイヤ電極が上から下に走行する場合には次のようになる。

【0028】

【数 3】

$$d_{lo} = \frac{h+hl+Hl-d0/\tan\phi}{WP-h-hl+d0/\tan\phi} \cdot \{d0 - |(h+hl-WP)\tan\phi|\} \quad \dots (9)$$

【0029】

【数 4】

$$d_{up} = \frac{Ha}{WP+WP2-h-hl+d0/\tan\phi} \cdot \{d0 + |(WP+WP2-h-hl)\tan\phi|\} \quad \dots (10)$$

【0030】

プログラムされた加工形状に対して、こうして求めた補正量d_{lo}をオフセット方向に移動させてできる移動経路を、下ワイヤガイド5に接続されたモータへの指令とする。又、下ワイヤガイド5に対する補正量d_{up}をオフセット方向に移動

させてできる移動経路を、上ワイヤガイド4に接続されたモータへの指令とする。

【0031】

図5は本発明の一実施形態の要部ブロック図で、ワイヤ放電加工機の制御装置を中心に記載している。符号10は、ワイヤ放電加工機を制御する数値制御装置等で構成される制御装置である。該制御装置10には、プロセッサ11と該プロセッサ11にバス18で結合されているROM、RAM等からなるメモリ12、表示器13、キーボード等の入力手段14、加工プログラム等を外部記憶媒体から入力又は出力するインターフェース15、各軸制御手段16、入出力回路17等で構成されている。

【0032】

軸制御手段16は、下ワイヤガイド5を直交するX、Y軸方向に駆動するX軸、Y軸、上ワイヤガイド4を該X軸、Y軸に直交する方向に移動させるZ軸、さらに、上ワイヤガイド4をテーパ加工や本発明のワイヤ電極の消耗による真直度の誤差補正のために利用される直交するU軸、V軸をそれぞれ駆動する各サーボモータ25x、25y、25z、25u、25vを制御するもので、プロセッサやメモリ等で構成され、各軸の位置、速度、電流のフィードバック制御を行う。この各軸制御手段16には、各軸のサーボアンプ21x、21y、21z、21u、21vを介して各軸サーボモータ25x、25y、25z、25u、25vが接続されている。なお各サーボモータ25x、25y、25z、25u、25vには位置・速度検出器が取り付けられ、位置、速度をそれぞれの軸制御手段16にフィードバックするように構成されているが、この図5では省略している。

【0033】

又、入出力回路17には、ワイヤ放電加工機のワイヤ電極2とワーク1間に電圧を印加して放電を生じせしめるための電源回路22、ワークの加工開始孔にワイヤ電極を挿通させるための自動結線装置23、ワイヤ電極を供給するワイヤ電極供給装置24、さらには、その他の周辺機器に接続されている。

【0034】

上述したワイヤ放電加工機の構成は、従来から公知のワイヤ放電加工機の構成

と変わりはない。

そこで、本実施形態においては、種々の材質のワーク、ワイヤ電極、加工条件、ワークの板厚の組合せによる加工を行い真直度の誤差をあらかじめ測定しておき、それらの補正角度 ϕ の値をデータベースとしてワイヤ放電加工機の制御装置10内のメモリにおける不揮発性RAMの部分に蓄えておく。

【0035】

ワイヤ放電加工を行う際には、まず、作業者は制御装置10の入力手段14から加工しようとするワークの板厚、材質、ワイヤ電極の種類を制御装置10に設定する。また、希望する加工精度が得られるような加工条件を、制御装置10の表示器13の加工条件設定画面を利用して入力手段14より選択、設定する。また、加工条件の選択、設定は、加工プログラム中にて指令することも可能であるので、その場合は、加工プログラムが実行され、その加工条件を選択、設定する指令が実行された段階で前記データベースとの照合を行い、真直度誤差の補正角度 ϕ を得る。

【0036】

さらに、「ワイヤ径オフセットのオフセット量 d_0 」、「プログラム面の位置WP」、「および「プログラム面からワーク上面までの距離WP2」、「基準面の高さ h 」、また、サブテーブルを使用してワーク1をワーク載置台3に取り付けた場合には、「ワーク置台上面からワーク下面までの距離 h_1 」、「ワーク載置台3上面と下ワイヤガイド5間の距離 H_1 」、「下ワイヤガイド5と上ワイヤガイド4間の距離 H_a 」を制御装置10のメモリに設定記憶させておく。

【0037】

加工指令を入力すると、プロセッサ11は、まず、設定されたワークの材質、板厚、ワイヤ電極の種類、加工条件と、データベースに蓄えてあるデータから前記設定と同じ、または最も近い組合せを探し出し、その組合せに対応する真直度誤差の補正角度 ϕ を求める（ステップS1）。求めた補正角度 ϕ 及び設定データに基づいて、上述した1式、2式の演算を行い、プログラム面、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）のワイヤ電極の消耗による真直度補正の補正量 d_1' 、 d_2' を算出する（ステップS2）。さらに、設定されているワイヤ

径オフセットの補正量 d_0 にこの補正量 d_1' , d_2' を加算, 又は減算してプログラム面、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）における修正オフセット量 d_1 , d_2 を求める（ステップ S 3）。次に、加工プログラムの 1 ブロックから移動指令を読み取り、プログラム面における移動経路 P_p を求める（ステップ S 4）。次に、移動経路 P_p をオフセット方向にステップ S 3 で求めた修正オフセット量 d_1 , d_2 だけ補正した移動経路 P_1 , P_2 を求める（ステップ S 5）。

【0038】

次に、ステップ S 3 で求めた修正オフセット量 d_1 , d_2 から、オフセット補正に伴う下、上ワイヤガイドの補正量 d_{lo} , d_{up} を算出する（ステップ S 6）。次に、ステップ S 5 で求めた補正後の移動経路 P_1 , P_2 と、ステップ S 6 で求めた下、上ワイヤガイドの補正量 d_{lo} , d_{up} から、下、上ワイヤガイドの移動経路 P_{lo} , P_{up} を求める（ステップ S 7）。下、上ワイヤガイド 5, 4 を駆動するサーボモータ 25_x , 25_y , 25_z , 25_u , 25_v に求めた移動経路の移動指令を出力し（ステップ S 8）、加工終了か判断し（ステップ S 9）、終了していなければ、ステップ 3 に戻り、以下加工が終了するまでステップ S 3 ～ステップ S 9 の処理を繰返し実行する。

【0039】

次にテーパ加工について説明する。

テーパ加工は、ワークの加工面に傾斜を付ける加工で、前記上ガイドに直交する U 軸、および V 軸を、前記下ガイドに直交する X 軸、および Y 軸に対して相対的に偏差を与えることで行う。図 9 は、テーパ加工の例であり、ワークを上、および横から見た場合を示している。ここではプログラム面を四角の加工形状とし、その各ブロックに対するプログラム面からワークの上面（プログラム面と異なるもう一方の面）へのプログラム指令による偏差を各々 T_a , T_b , T_c , T_d （これらをテーパオフセットと呼ぶ）とする。また、この図では便宜上、ワーク下面＝プログラム面として示す。

【0040】

テーパ加工においても、ワイヤ電極が上から下方向へと送られているとき、垂

直加工の場合と同様に、ワイヤ電極の放電消耗によりワイヤ電極が下方向へ進むにつれてワイヤ電極は細くなりその径が小さくなる。一方、ワイヤ径オフセット量も垂直加工の場合と同様にプログラム面、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）ともに一定のため、ワイヤ電極が細くなった分、ワーク下側に行くにつれてギャップ量が増大し加工不足となり、加工溝幅や、加工量が小さくなる。その結果、ワイヤ電極 2 が細くなった分、ワークの下側の幅寸が大きくなり、加工面に指令どおりの傾斜角度を得ることができない。パンチ形状の下広がりとなるようなテーパ形状では、ワーク下面の幅寸が大きくなり、テーパの傾斜角度が大きくなった形状が加工されることになる。

【0041】

テーパ加工においても、垂直加工と同様に、補正角度を予め制御装置に記憶させておき、この補正角度を用いてプログラムで指令された移動経路を補正することによってワイヤ電極の放電消耗による形状誤差をなくすることができる。

【0042】

テーパ加工の場合も、補正の原理は垂直加工の場合と同様であり、補正角度を ϕ とするとき、プログラム面の補正量 $d1'$ 、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）の補正量 $d2'$ は、式 1、式 2 によって求められる。また、修正オフセット量 $d1$ 、 $d2$ も同様に式 3、式 4 により求められる。

【0043】

プログラム指令によりプログラム面における移動経路を計算し、同様にプログラムにより指令される傾斜角度指令によりワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）の移動経路を計算する。この移動経路は、図 9 にあるようにプログラム面の移動経路から、テーパオフセット分偏移した経路である。したがって、プログラム面の移動経路をオフセット方向に修正オフセット量 $d1$ 補正した移動経路 Ptp 、また、ワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）の移動経路をオフセット方向に修正オフセット $d2$ 補正した移動経路 Pta を求めることができる。図 9 の移動経路 Ptp 、および移動経路 Pta は、補正基準面 h をプログラム面とワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）との間としたときの場合を示したものである。これらから、垂直加工と同様に下、上ワイヤガイ

ドの移動経路を求めることにより補正を行うことができる。

【0044】

なお、上述した実施形態では、ワイヤ電極の消耗による真直度の誤差補正の補正角度 ϕ をデータベースとして記憶しておく例を説明したが、加工する際にこの補正角度 ϕ をその都度入力するようにしてもよい。又、上述した実施形態では、ステップ S2, S3 を設け、ワイヤ電極の消耗による真直度の誤差補正による補正量 $d1'$, $d2'$ 、修正補正量 $d1$, $d2$ を求めて補正移動量 dlo , dup を求めたが、上述した 9 式, 10 式の演算を行うことによって、直接補正移動量 dlo , dup を求めてもよい。

【0045】

【発明の効果】

本発明は、放電にともなって発生するワイヤ電極の消耗を補正して、ワイヤ電極とワーク間のギャップが一定となるように補正するので、加工形状は、ワーク厚さ方向において、指令形状が変わることなく精度の高い加工形状を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のワイヤ電極の消耗による真直度の誤差補正の原理説明図である。

【図 2】

真直度の誤差補正のためにワイヤ電極を傾けるための基準面となるワーク下面からの高さをワークの高さ（厚さ）とした場合における本発明のオフセット補正の説明図である。

【図 3】

真直度の誤差補正のためにワイヤ電極を傾けるための基準面となるワーク下面からの高さを 0（ワーク下面と同一）、プログラム面をワーク下面とした場合における本発明のオフセット補正の説明図である。

【図 4】

本発明におけるオフセット補正に伴う上、下ワイヤガイドの移動量の説明図である。

【図 5】

本発明の一実施形態の要部ブロック図である。

【図 6】

同実施形態における処理フローチャートである。

【図 7】

放電加工に伴って発生するワイヤ電極の消耗による加工不足の説明図である。

【図 8】

放電加工に伴って発生するワイヤ電極の消耗によるパンチ加工、ダイ加工の加工不足の説明図である。

【図 9】

本発明において、テーパ加工形状にワイヤ電極の消耗による真直度の誤差補正を適用した場合の、プログラム面、及びワーク上面（プログラム面と異なるもう一方の面）の移動経路の説明図である。

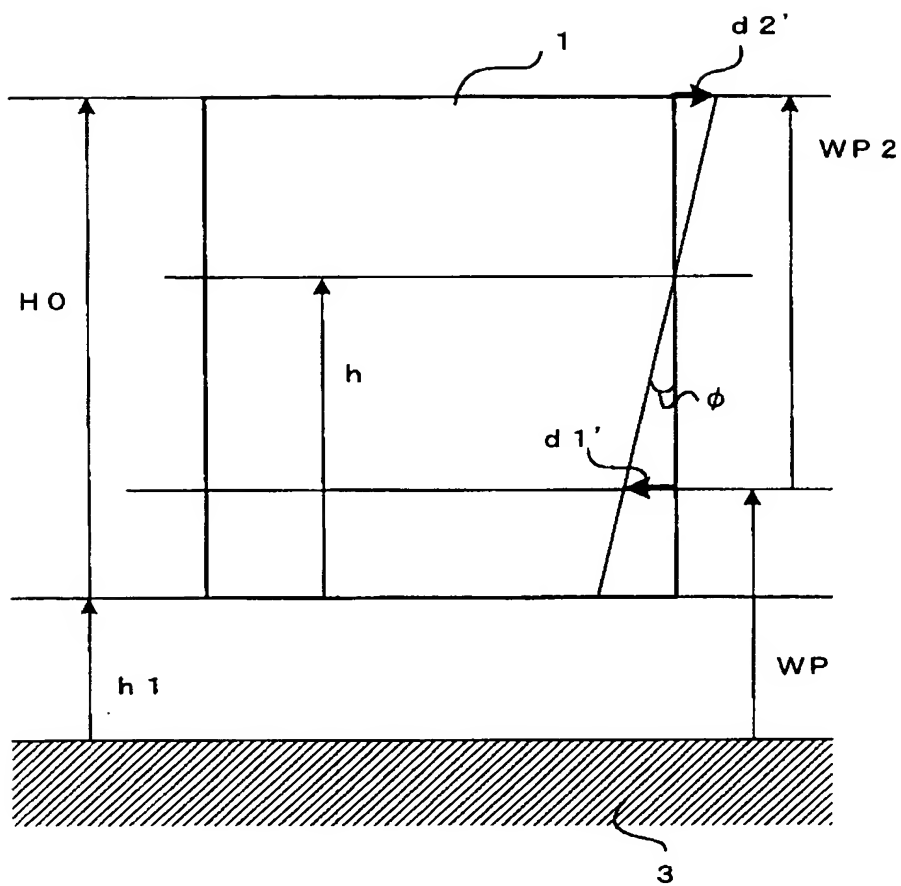
【符号の説明】

- 1 ワーク（被加工物）
- 2 ワイヤ電極
- 3 ワーク載置台
- 4 上ワイヤガイド
- 5 下ワイヤガイド
- ϕ ワイヤ電極の消耗による真直度の誤差から求めた補正角度
- $d1'$, $d2'$ 真直度の誤差に伴う補正量
- $d1$, $d2$ 修正オフセット量
- dlo , dup 修正補正量
- $d0$ ワイヤ径オフセット量
- Pp 図 4 において、ワークを上から見た場合のプログラム指令の移動経路
- $P1$ プログラム面における修正オフセット $d1$ による補正後の移動経路
- $P2$ ワーク面（プログラム面と異なるもう一方の面）における修正オフセット $d2$ による補正後の移動経路
- $P1o$ 下ワイヤガイド面における修正補正量 dlo による補正後の移動経路

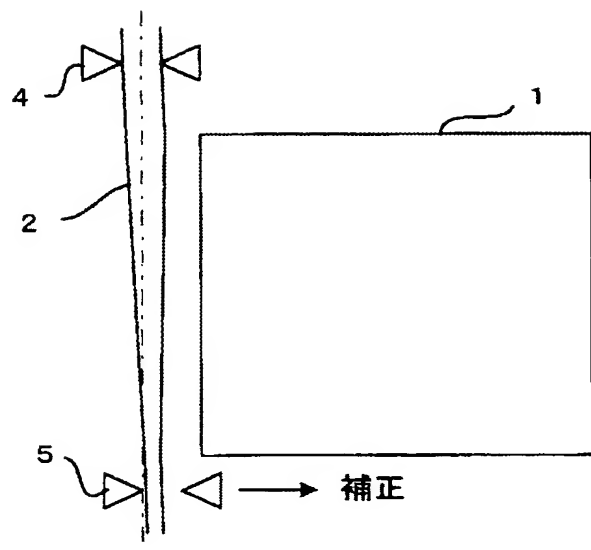
P u p 上ワイヤガイド面における修正補正量 d u p による補正後の移動経路

【書類名】 図面

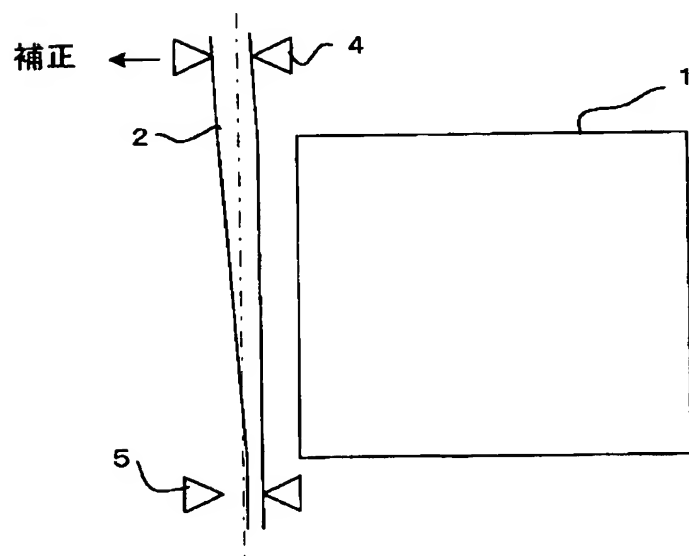
【図 1】



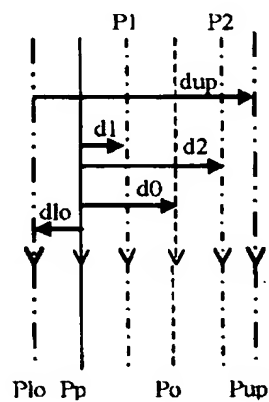
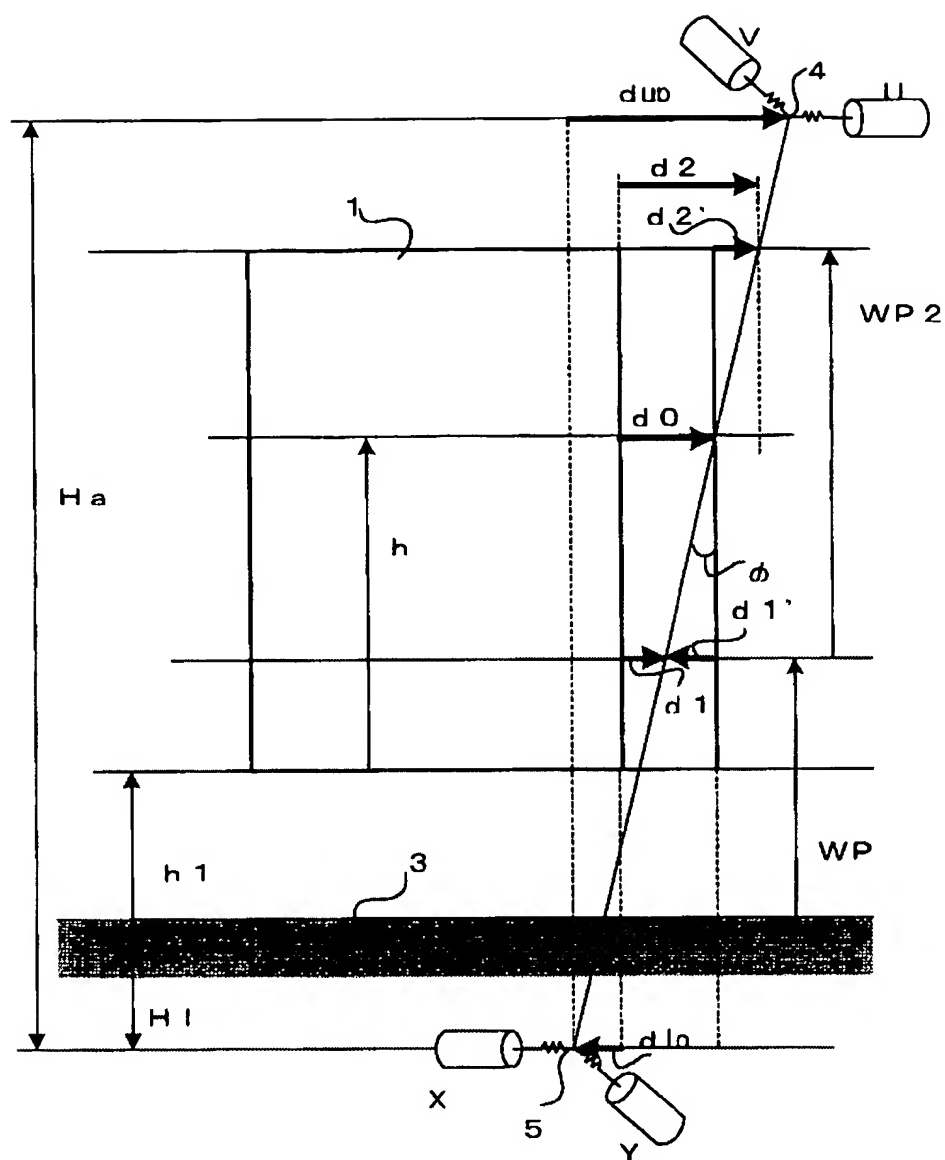
【図 2】



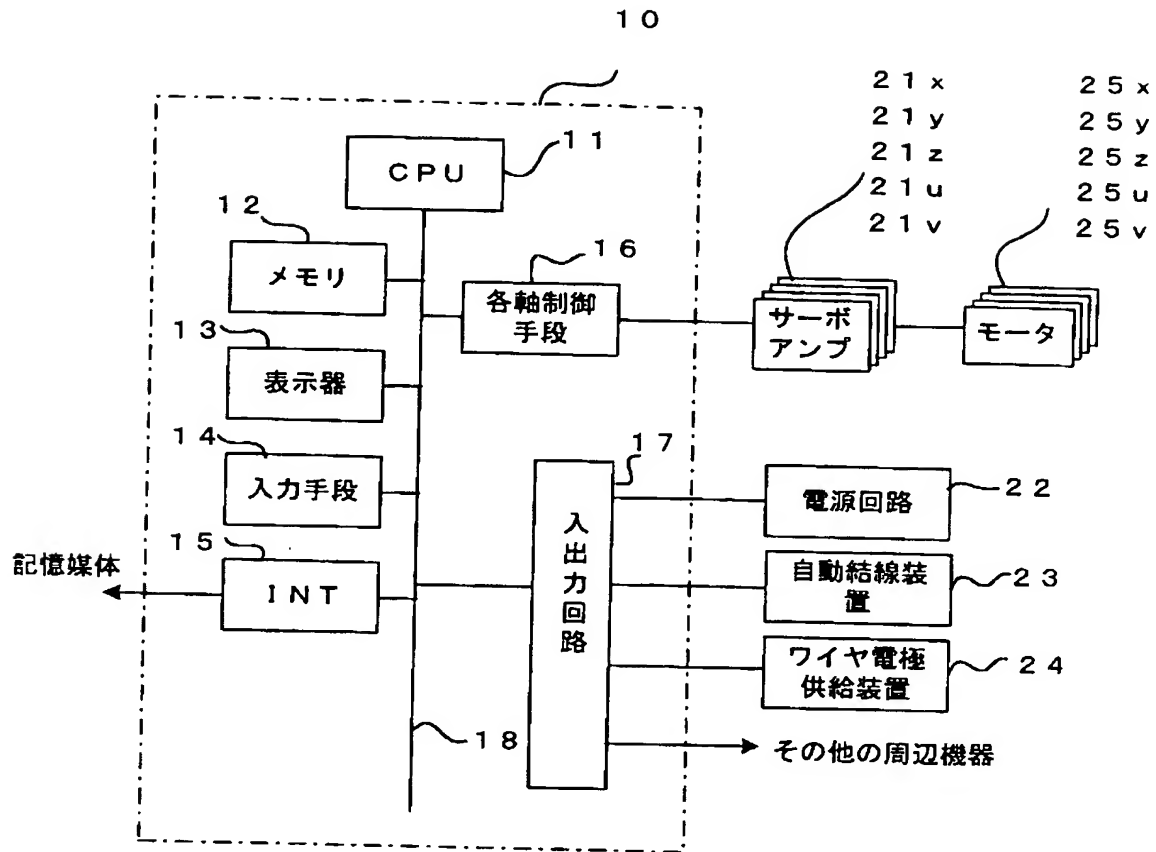
【図 3】



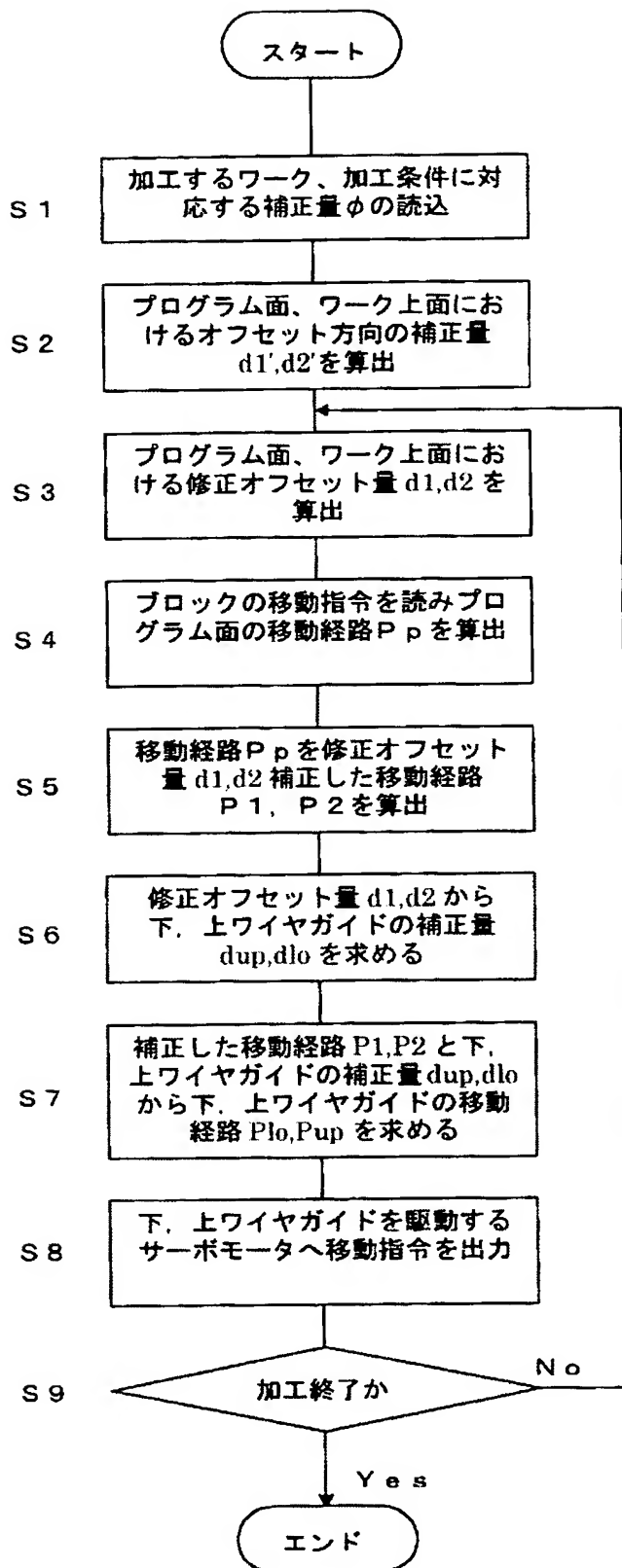
【図 4】



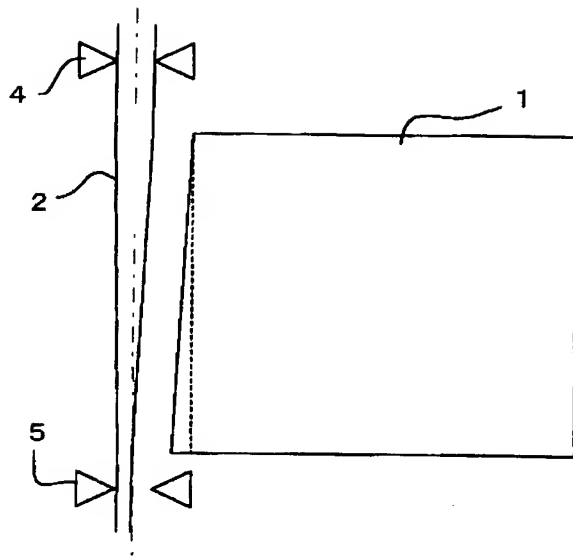
【図 5】



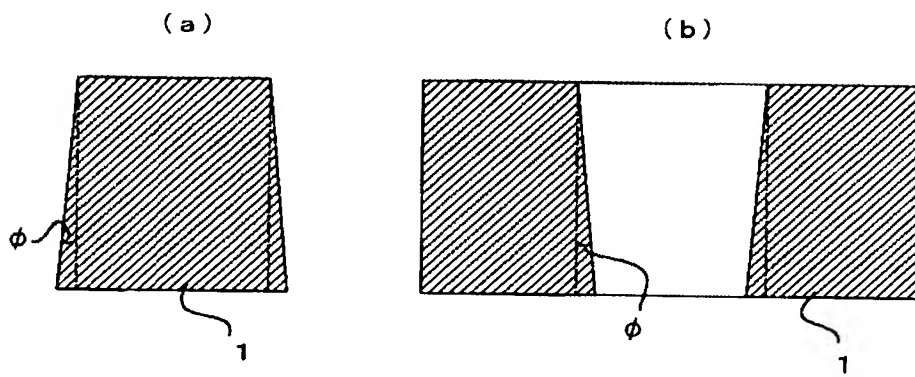
【図 6】



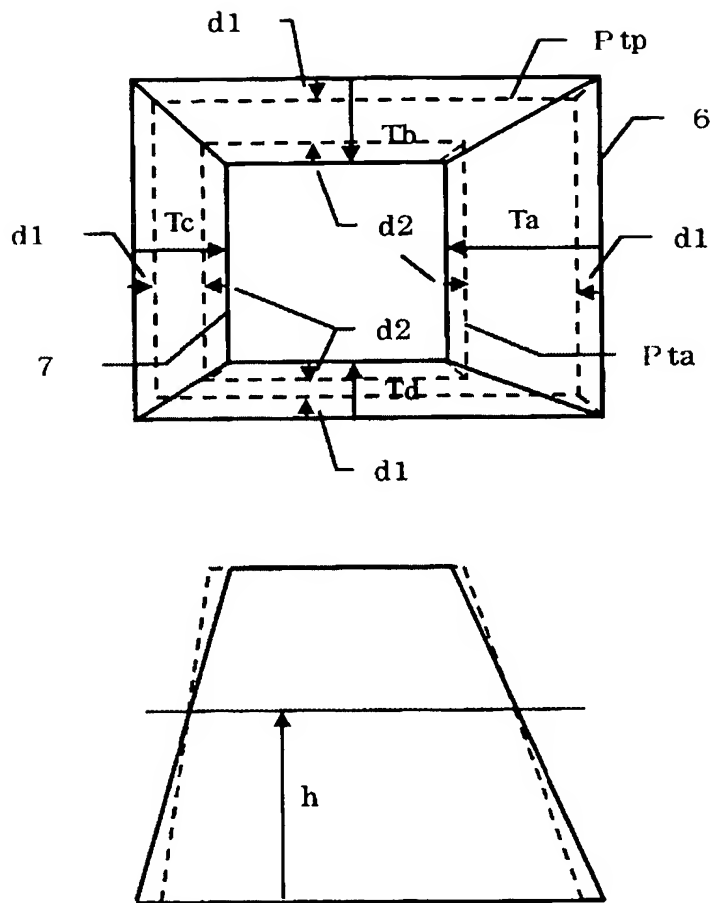
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ワイヤ電極の消耗による真直度の誤差を補正し、加工不足をなくす。

【解決手段】 ワイヤ電極の消耗による真直度の誤差の補正角度 ϕ を予め求めておく。この補正角度 ϕ によってプログラム面，上面における補正量 $d 1'$ ， $d 2'$ を求める。ワイヤ電極の半径と放電ギャップ量のワイヤ径オフセット補正量に補正量 $d 1'$ ， $d 2'$ を加算，又は減算してプログラム面，上面における修正オフセット量 $d 1$ ， $d 2$ を求める。加工形状（移動経路）に、この修正オフセット量 $d 1$ ， $d 2$ を補正して、下，上ワイヤ電極のオフセット方向の補正移動量 $d lo$ ， $d up$ を求め移動経路の移動指令を求めて加工する。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 1 0 0 2 4
受付番号	5 0 2 0 1 6 0 5 7 9 8
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 2 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年10月24日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 1 0 0 2 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 8 2 3 5]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

氏 名

ファナック株式会社